Zur Kenntnis des javanischen Flugfrosches.

Von M. Siedlecki (Krakau).

Mit 1 Tafel.

Während meines mehrmonatlichen Aufenthaltes auf Java in dem zoologischen Laboratorium des botanischen Gartens zu Buitenzorg (Januar bis Juni 1908) habe ich die Gelegenheit gehabt, an vielen, sowohl in der Gefangenschaft gehaltenen als auch im Freien beobachteten Exemplaren des javanischen Flugfrosches, nicht nur die interessante Bewegungsweise (den sogen. „Flug") desselben, sondern auch seine geschlechtlichen Vorgänge und seine Entwickelung zu studieren. Da es bis jetzt von der Lebensgeschichte der zur Gattung *Polypedates*[1]) gehörenden Tiere, mit Ausnahme des *Polypedates schlegelii* überhaupt nicht viel bekannt ist, erschien es uns als lohnend, dieses Tier näher zu studieren; die biologisch interessanten Einzelheiten sollen den Gegenstand der vorliegenden Mitteilung bilden.

Die ersten Exemplare des Flugfrosches habe ich von den Eingeborenen im Januar 1908 erhalten. Die eingeborenen Sammler behaupteten, den Frosch nur aus der weiteren Umgebung von Buitenzorg zu kennen und haben denselben als ein recht selten vorkommendes Tier bezeichnet. Ich habe anfangs fast ausschließlich nur erwachsene Weibchen und nur ausnahmsweise kleine, als nicht erwachsene Exemplare bezeichnete Tiere bekommen. Etwa 3 Wochen nach dem Erhalten erster Tiere habe ich, bei heller Mondnacht, in einer vornehmlich aus *Acalypha-*, *Sanchesia-* und *Hibiscus*-Sträuchern bestehenden Allee, die Laute der Frösche wahrgenommen, die lebhaft an die Laute unseres Laubfrosches erinnerten. Ganz leise und vorsichtig habe ich mich den Sträuchern genähert und nicht ohne Mühe habe ich einige Frösche verschiedener Größe, die mir des Abends ganz schwarz erschienen, längere Zeit beobachtet und schließlich gefangen. Es waren, wie ich mich am nächsten Morgen überzeugen konnte, Männchen und Weibchen von *Polypedates reinwardtii*. Nachdem ich die Anwesenheit des Tieres im botanischen Garten konstatiert habe, war ich seitdem schon reichlich mit Untersuchungsmaterial versorgt.

In der Umgebung von Buitenzorg scheinen mir zwei Arten von *Polypedates* vorzukommen, nämlich *P. reinwardtii* und *P. leucomystax* Gravenhorst; die letztgenannte Art kommt zwar häufiger vor, ist aber viel schwerer in der Natur zu beobachten, so, dass

1) Wir haben eine kurze vorläufige Mitteilung über den javanischen Flugfrosch im Bulletin internation. de l'Acad. des Sciences Cracovie 1908 veröffentlicht. In derselben haben wir noch den Namen *Rhacophorus reinwardtii* Boie, gebraucht. Nach den Ausführungen von Stejneger (Smith. Instit. U. S. Natur. Histor. Museum Bullet. 58, Washington 1907) ist der generische Name *Rhacophorus* zu verwerfen; nach der berichtigten Nomenklatur soll der javanische Flugfrosch den Namen *Polypedates reinwardtii* führen.

ich nur wenige Einzelheiten über ihre Lebensweise und Brutpflege zu sammeln imstande war; auf allen Stadien des Lebens sind beide genannten Arten voneinander sehr verschieden und leicht zu unterscheiden.

1. Die Geschlechtsunterschiede bei *Polypedates reinwardtii*. Erwachsene Männchen und Weibchen des javanischen Flugfrosches sind sehr leicht voneinander zu unterscheiden, da die ersten fast um die Hälfte kleiner sind als die letzten. In der Tabelle stellen wir die Dimensionen des Körpers der mittelgroßen Individuen zusammen:

Dimensionen	♂	♀
	Millimeter	
Von der Nasenspitze bis zur Analfalte	52	76
Größte Rumpfbreite	20	38
Kopfbreite (Abstand zwischen beiden Kiefergelenken)	20	27
Augenabstand	6,2	10,7
Pupillenbreite (bei geschlossener Pupille)	4,8	5,2
Breite des Trommelfelles	3,8	5
Armlänge	10	18
Vorderarmlänge	10	17
II Finger mit dem entsprechenden Metakarpalknochen	8	14
III Finger mit dem entsprechenden Metakarpalknochen	11	19
IV Finger mit dem entsprechenden Metakarpalknochen	15	25
V Finger mit dem entsprechenden Metakarpalknochen	14	22
Oberschenkel	26	41
Unterschenkel	26	41
Tarsalknochen	14	23
I Zehe mit dem entsprechenden Metatarsalknochen	9	16
II Zehe mit dem entsprechenden Metatarsalknochen	14	21
III Zehe mit dem entsprechenden Metatarsalknochen	18	27
IV Zehe mit dem entsprechenden Metatarsalknochen	23	36
V Zehe mit dem entsprechenden Metatarsalknochen	20	27

Aus dieser Tabelle ist es leicht ersichtlich, dass die Proportionen des Körpers der beiden Geschlechter des javanischen Flugfrosches nicht ganz gleich sind. Die Männchen sind nicht nur um die Hälfte kleiner, sondern auch schlanker gebaut, da die Länge ihres Körpers etwa $2^1/_2$mal größer ist als die größte Körperbreite; bei den Weibchen ist das Verhältnis der Länge zur Breite des Körpers gleich 2 zu 1.

Die Hinterbeine des Männchens, wenn nach vorne ausgestreckt, reichen mit dem Tibiotarsalgelenke bis zur Schnauzenspitze; beim Weibchen überragt das Tibiotarsalgelenk die Nasenspitze um einige Millimeter. Isenschmid[2]) gibt an, dass bei *Polypedates* (*Rhacophorus*) *nigropalmatus* die Hinterbeine die Schnauzenspitze mit dem Tobiotarsalgelenke überragen, „was bei *Rhacophorus reinwardtii*

2) Isenschmid. Mitteil. d. naturforsh. Gesellsch. Bern 1903.

nicht der Fall ist". Gerade aber diese Proportion des Körpers gestaltet sich anders bei beiden Geschlechtern des Flugfrosches; die von Isenschmid angegebene Differenz zwischen *Polyp. nigropalmatus* und *Polyp. reinwardtii* existiert wirklich bei den Männchen, verwischt sich aber bei den Weibchen beider Arten.

Die für die Gattung *Polypedates* charakteristischen Vomerzähne sind ebenso beim Männchen wie beim Weibchen stark entwickelt, ihre Zahl ist jedoch niemals konstant. Bei erwachsenen Weibchen sind gegen 12 Zähne (11—14) auf jeder Seite des Vomers vorhanden; bei den Männchen schwankt diese Zahl zwischen 9—15, obwohl die Vomerknochen beträchtlich kleiner sind als bei den Weibchen.

Die Unterscheidung der erwachsenen Männchen von den ebenso großen jungen Weibchen, bei denen die Geschlechtsprodukte sich noch nicht entwickelt haben, bietet einige Schwierigkeiten, um so mehr als auch die Färbung beider Geschlechter fast ganz gleich ist und die breiten Daumenschwielen ebenso stark bei den Männchen wie bei den Weibchen entwickelt sind. Ein sicherer und großer Unterschied besteht aber im Bau und in der Größe des Kehlkopfes (Fig. 1). Bei einem mittelgroßen Weibchen von 66,2 mm Körperlänge beträgt die Länge der Stimmritze nur 5,5 mm und die Breite des in die Mundhöhle vorspringenden Kehlkopfes (Arythenoidknorpeln mit dem Cricoidknorpelringe) 3,6 mm in der breitesten Stelle; ein Männchen von 44 mm Körperlänge hat dagegen die Stimmritze 6,3 mm lang und die breiten muschelförmigen Aryknorpel 5,2 mm breit. Bei den erwachsenen Männchen ist also der Kehlkopf und der Stimmapparat nicht nur proportional, sondern auch absolut größer als bei den Weibchen. Die Stimmbänder sind auch bei den Männchen viel stärker entwickelt als bei den Weibchen; die Lockrufe des Männchens sind auch unvergleichlich stärker als die des Weibchens. Die beiden Arythenoidknorpel, die bei dem Weibchen zusammen ein hochgewölbtes, birnförmiges Gebilde darstellen, sind beim Männchen flach, mehr elliptisch und so breit, dass sie fast den ganzen Hinterteil der Mundhöhle einnehmen.

Ziemlich stark sind auch die Unterschiede im Bau und in der Größe der Augen. Dieselben sind bei den Männchen größer, mehr vorspringend und am Kopfe höher gestellt, so dass der Abstand zwischen den Augapfeln nur um die Hälfte mehr beträgt als die Pupillenbreite. Beim Weibchen ist der Augenabstand mehr als zweimal so breit als die Pupille; die Augen sind viel mehr seitlich gestellt. Mit der stärkeren Entwickelung der Augen bei den Männchen hängt wahrscheinlich die stärkere Ausbildung der *Lobi optici* im Gehirne zusammen; bei den kleinen Männchen sind dieselben ebenso groß wie bei den um die Hälfte größeren Weibchen. Die letzteren haben aber die großen Hirnhemisphären stärker entwickelt als die Männchen.

2. Die Färbung und der Farbenwechsel des javanischen Flugfrosches. Die beim Tage gefangenen und bei einer hellen Beleuchtung beobachteten Exemplare haben den ganzen Rücken gleichmäßig und prächtig hellbläulich-grün gefärbt. Zuweilen sieht man einige helle, fast weißliche Linien oder kleine lichte Flecken auf dem grünen Untergrunde, es sind aber nur leicht verletzte oder abgeriebene Stellen. Bei den in Spiritus oder Formalin konservierten Tieren wechselt die Farbe in eine blauviolette oder purpurbraune. Die hellgrüne Färbung des Rückens erstreckt sich auch auf die Beine; am Oberschenkel an der dorsalen und am Unterschenkel an der lateralen Seite ist ein grünes Band vorhanden. Der Tarsalteil und die fünfte Zehe mit Ausnahme der Haftscheibe sind auf der Außenseite ebenfalls grün gefärbt. Die brachialen, tarsalen und supraanalen Hautfalten sind an der dorsalen Seite grün, ihr Rand ist glänzend weiß. Der Oberarm ist orangegelb; bei dem Ellenbogengelenke beginnt an der Außenseite die grüne Färbung, die auf den Unterarm und den fünften Finger übergeht.

Die Seiten des Körpers, die inneren Teile der Hinterbeine, der Vorderarm und die Finger der beiden Extremitätenpaare sind orangegelb mit weißlichen kleinen Flecken. Bei geschlechtsreifen Männchen ist die Farbe der letztgenannten Körperteile mehr orangerot, dagegen bei reifen Weibchen überwiegt die hellgelbe Farbe. In den Achselhöhlen beider Geschlechter sind große blauschwarze Flecken, die manchmal in zwei oder mehrere kleine geteilt sind, sichtbar. Die an den Seiten des Körpers und an den Hinterbeinen sichtbare weiße Körnelung entspricht den vorspringenden Hautpapillen.

Der Bauch ist weißgefärbt und gekörnelt; er ist, ebenso wie die Hinterbeine, mit großen weißen Hautpapillen bedeckt, die näher der Symphyse dunkel umrandet sind und eine marmorartige feine Zeichnung auf der Haut hervorrufen. Die Brust und die Haut bis zum Rande des Unterkiefers sind glatt und weiß.

Die großen Schwimmhäute (Flughäute) sind zwischen den beiden ersten Fingern und Zehen gelb oder orange mit feinen schwarzen Flecken. Die zwischen den übrigen Fingern und Zehen ausgespannten Häute sind tiefblauschwarz mit hellen, gelben oder lichtblauen unregelmäßigen Längsstreifen.

Die geschlechtsreifen Tiere haben lebhaftere und mehr kontrastreiche Färbung als die unreifen; junge, unreife Weibchen sind den erwachsenen Männchen in dieser Beziehung ähnlich, dass auch bei jenen die orangerote Färbung sich entwickelt. Erst während der Geschlechtsreife entstehen Unterschiede in der Färbung der beiden Geschlechter.

Die Haftballen sind bei jungen Tieren rötlichgelb; bei den älteren nehmen sie eine graue Färbung an. —

Wir haben es schon oben betont, dass die bläuliche, hellgrüne Färbung nur an den beim Tage gefangenen und bei heller Beleuchtung beobachteten Tieren zu sehen ist. Die des Abends gefangenen Tiere erscheinen dunkelgrün bis olivenbraun gefärbt. Dieselben Exemplare wechseln aber die Farbe, sobald ein helles Tageslicht erscheint, oder sogar bei einer stärkeren, künstlichen Beleuchtung. Die an verschiedenen Pflanzen gefangenen Exemplare haben auch gewöhnlich eine recht verschiedene Hautfarbe; an den großen rotbraunen *Acalypha*-Blättern gefangene Frösche waren dunkler gefärbt als diejenigen, die von den grünen Sträuchern stammten. In dem Arbeitszimmer, in einem großen Glaskäfige oder unter einer Glasglocke, auf einer schwarzen oder sandfarbigen Unterlage gehaltenen Tiere haben während des Tages ihre schöne, bläulich-grüne Färbung immer angenommen. Etwa 2 Stunden nach dem Sonnenuntergange, sobald im Laboratorium gänzliche Dunkelheit zu herrschen begann, wechselte auch die Farbe der Frösche zuerst in ein Dunkelgrün, dann in ein Schwarzgrün mit einem Stich ins Gelbe. Mit der ersten Morgendämmerung begann die dunkle Färbung sich in eine hellere zu verwandeln, so dass beim Sonnenaufgang die Tiere schon lichtgrün erschienen. Die Verwandlung der hellen Farbe in die dunkle geschieht, so wie auch bei *Hyla arborea*, ziemlich langsam, wenigstens in 2 Stunden; das Hellerwerden schreitet aber sehr rasch vor sich und vollzieht sich in $^1/_2$, bis höchstens 1 Stunde. Die Tiere wechseln die Farbe ganz gleichmäßig an allen grüngefärbten Stellen des Körpers; nur die grünen Hautpartien sind dem Farbenwechsel unterzogen, die gelben, weißen und schwarzen bleiben dauernd unverändert.

Die Männchen wechseln die Hautfarbe viel leichter und auffälliger als die Weibchen; ich habe auch zuerst nur an den Männchen diese Erscheinung beobachtet und erst nachher dasselbe an den Weibchen gesehen. Nach den klassischen Untersuchungen von Biedermann[3]) scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass der Farbenwechsel von der Funktion der *Thalami optici* abhängt; und gerade, wie schon oben erwähnt wurde, ist dieser Gehirnteil bei den Männchen des *Polyp. reinwardtii* viel stärker entwickelt als bei den Weibchen. Die stärkere Entwickelung der *Lobi optici* ist also nicht nur mit der stärkeren Ausbildung der Augen in Zusammenhang zu bringen, sie hat auch in der stärkeren Erregbarkeit der Haut ihren Ausdruck gefunden.

Diejenigen Flugfrösche, die längere Zeit ganz regungslos sitzen und bei denen die Oberfläche der Haut ganz trocken ist, haben gewöhnlich eine sehr dunkle Hautfarbe. Die Trockenheit der Haut soll zwar, nach Angaben von Biedermann u. A. nicht ein Dunkel-

3) Biedermann. Arch. f. d. ges. Physiologie (Pflüger's), Bd. 51, 1892.

werden, sondern ein Aufhellen der Farbe hervorrufen; mit Recht betont aber Gaup[4]), dass von dieser Regel Ausnahmen beobachtet worden sind und dass dabei der gewöhnliche Aufenthaltsort der Spezies eine Rolle zu spielen scheint. Der Flugfrosch lebt beständig auf den Sträuchern und Bäumen; man trifft ihn in Gegenden, die mehrere Hundert Meter vom Wasser entfernt sind. Es ist für uns sehr wahrscheinlich, dass er lange Zeit, ohne Wasser zu besuchen, zwischen den Blättern und Zweigen leben kann. Er findet aber auch in diesen Orten genügend Nässe, da die häufigen tropischen Regengüsse die Luft manchmal bis zur Sättigung mit Feuchtigkeit erfüllen, die Blätter mit Wasser benetzen und die zahlreichen epiphytischen und epiphyllen Moose und Flechten mit demselben durchtränken. Trotz dieser reichlichen Wasserversorgung kann doch der Flugfrosch manchmal dem Mangel an Wasser ausgesetzt sein, denn es kommen oft Tage vor, an denen für die Feuchtigkeit der Luft nicht so stark gesorgt wird; das geschieht besonders in der trockenen Jahreszeit, während der manchmal einige Tage nacheinander ohne Regen verlaufen. Auch in den feuchten Monaten kann an jedem sonnigen Vormittag der Gehalt der Luft an Wasserdampf erheblich sinken, um sich während des Nachmittagregens rasch und stark zu heben. In solchen klimatischen Verhältnissen muss der Flugfrosch, als ein auf den Bäumen lebendes Tier, an den Wechsel des Feuchtigkeitsgrades angepasst sein: es ist auch verständlich, dass seine Haut auf die Wirkung der Feuchtigkeit nicht mehr so empfindlich ist wie bei anderen Fröschen. Wahrscheinlich deshalb behält sie ihre dunkle Färbung bei den ruhig sitzenden und trocken gehaltenen Exemplaren.

Es ist aber auch möglich, dass die dunkle Hautfarbe der ruhenden Tiere infolge der im Körper angehäuften Kohlensäure zustande kommt. Dafür spricht dieser Umstand, dass die ruhig sitzenden Frösche sehr langsam und wenig atmen und dass dieselben, falls sie in der Ruhestellung absterben, auch nach dem Tode die dunkle Färbung bewahren. Sie verhalten sich also in dieser Hinsicht auf dieselbe Weise wie unsere Wasserfrösche, die in einer Wasserstoffatmosphäre erstickt oder unter Öl ertränkt worden sind. Dagegen diejenigen Flugfrösche, die mittels Chloroform oder Äther oder aber durch das Durchschneiden der Medulla oblongata und Vernichtung des Rückenmarkes getötet wurden, nehmen immer eine viel hellere Farbe an. Das Erbleichen ist manchmal so stark, dass es zu einer weißlich-grauen Färbung führt, die niemals bei lebenden Tieren vorkommt. Wenn man die toten Tiere so liegen lässt, dass die grüngefärbten Hautpartien schnell eintrocknen, so ist

4) Gaup, Dr. E., Ecker's und Wiedersheim's Anatomie des Frosches. II. Abt., Braunschweig 1904 (dort auch eine Zusammenstellung der Literatur über den Farbenwechsel der Frösche).

das Erbleichen viel weniger ausgeprägt. Die nass gehaltenen Hautstellen erbleichen am schnellsten und am stärksten; es ist möglich, auf der Haut des getöteten Tieres eine lichte Zeichnung hervorzurufen, indem man dieselbe sofort nach dem Tode mittels einiger mit Wasser benetzten Glasstückchen zudeckt. Die trockenen Hautpartien zwischen den Gläschen sterben schneller ab als die nass gehaltenen; deswegen wird die Verlagerung des Pigmentes, die das Erbleichen verursacht, nur in den nassen Stellen völlig zustande gebracht.

Den Einfluss der Temperatur auf die Färbung des Flugfrosches haben wir nicht untersucht; wir halten es jedoch für möglich, dass dieses Tier sich ähnlich verhält wie die anderen von Biedermann untersuchten Arten. Vielleicht hängt der tägliche Wechsel der Hautfarbe auch von der Temperatur der Umgebung ab. Die Temperatur in den feuchten Monaten, in denen wir den Flugfrosch beobachtet haben, schwankte mit großer Regelmäßigkeit zwischen 32° C. (in den Mittagsstunden) und 23° C. (des Abends). Zwar ist der Unterschied von 10° C. nicht beträchtlich, für die Tiere aber, die beständig in einer hohen Temperatur ihr Leben führen, ist er doch von großer Bedeutung. Da während der Abendstunden zugleich mit der niedrigeren Temperatur auch eine stärkere Sättigung der Luft mit Wasserdampf und ein schnell auftretender Wechsel der Beleuchtung zustande kommt, so kann man alle diese drei Faktoren als zusammenwirkende Ursachen der dunklen Nachtfarbe des Flugfrosches bezeichnen.

Das Zustandekommen der grünen Hautfarbe und die anatomische Ursache des Farbenwechsels bei *Polyp. reinwardtii* scheint im wesentlichen nicht anders sich zu gestalten, als es bei anderen Fröschen schon beschrieben wurde. Auf Grund der grundlegenden Arbeit von Biedermann (l. c.) deutet man das Grün als Mischfarbe, und zwar aus: 1. Blau, welches als Interferenzfarbe in den Guaninkörnchen entsteht, und 2. aus Gelb, welches an ein Lipochrom gebunden ist; beides: Guaninkörnchen und Lipochrom findet man in den gelben Zellen, den sogen. Xantholeucophoren. Als Untergrund für die gelben Zellen dienen die dunkelbraunen großen Melanophoren, die mit ihren Fortsätzen die Xantholeucophoren umspinnen. Durch Verlagerung des Pigmentes in den Melanophoren und gleichzeitige Zusammenballung des Lipochroms in den gelben Zellen kommen verschiedene Abstufungen der grünen Farbe zustande; die braune Färbung beruht auf dem gänzlichen Umfließen der gelben Zellen durch die dunkel pigmentierten Melanophoren. Diese vorwiegend bei *Hyla arborea* studierten und beschriebenen Vorgänge finden sich auch bei *Polyp. reinwardtii* wieder; in der Haut der tropischen Art sind jedoch einige Einzelheiten sichtbar, die zur Erklärung des Farbenwechsels von Wichtigkeit sein können.

Dicht unter der epithelialen Schicht findet man in der Haut des Flugfrosches, an den grün gefärbten Stellen, beide Arten der obenerwähnten Pigmentzellen. Die tiefbraunen Melanophoren haben gewöhnlich ihren rundlichen Körper unter der ein- und nur stellenweise zweischichtigen Lage der Xantholeucophoren gelagert und umspinnen die letzteren mit ihren feinen Ausläufern. Bei den dunkelgrün gefärbten Individuen haben wir durchschnittlich etwa 6—8 gelbe Zellen mit einer braun pigmentierten in Kontakt zu treten gesehen. Das Umfließen der gelben Zellen durch die amöboiden Ausläufer der Melanophoren geschieht durch Verschiebung des Pigmentes auf den früher präformierten Bahnen, kann aber bei dem Braunwerden des Tieres so weit gehen, dass der ganze protoplasmatische Körper der schwarz pigmentierten Zelle, samt dem Kerne auf die Xantholeucophoren überwandert und unmittelbar unter die oberflächliche Epithelialschicht zu liegen kommt (Fig. 2).

Der Körper der Xantholeucophoren bildet in jenen Stellen der Haut, wo dieselben nicht allzu dicht gelagert sind (z. B. in den grünen Hautpartien der Extremitäten) eine fast reguläre Halbkugel; der flache Teil ist dicht an die Epithelschicht angeschmiegt, der halbkugelige Körper ist dem Corium zugewendet. An anderen Stellen der Haut werden diese Zellen durch gegenseitigen Druck in mehr prismenartige Gebilde umgewandelt; der untere, dem Corium zugewandte Teil derselben bleibt immer halbkugelig. Der größte Durchmesser der flachen Oberseite der regelmäßig gebauten Xantholeucophoren beträgt im Durchschnitt 16 μ; die Tiefe des halbkugeligen Körpers beträgt gegen 14 μ. Das Protoplasma dieser Zellen weist eine sehr charakteristische und regelmäßige Schichtung auf (Fig. 2, 3 u. 4). Die Schichten scheinen aus dichterem Protoplasma gebaut zu sein; zwischen denselben sind stark lichtbrechende Körnchen, die bekannten Guaninkörnchen (Interferenzkörnchen) eingelagert. Das gelbe Lipochrom ist auch zwischen den parallelen Schichten, vorwiegend in den unteren Teilen der Zellen, in der Form von Tröpfchen vorhanden. Dicht bei der Oberfläche und in der Mitte des abgeflachten Zellteiles liegt der Kern, der bei ausgebreiteten Zellen eine halbkugelige Gestalt aufweist (Fig. 4 a, b). Seine inneren Umrisse sind immer den Schichten des Protoplasmas sowie den äußeren Umrissen der Zelle parallel; der obere Teil ist an der Zelloberfläche flach ausgebreitet. Das Chromatingerüst ist nicht sehr reichlich vorhanden; der Kern stellt also ein linsenförmiges, durchsichtiges und stark lichtbrechendes Gebilde dar.

Wenn man die Xantholeucophoren von den hellgrünen und von den dunkel gefärbten Hautpartien miteinander vergleicht, so springen deutliche Differenzen in der Schichtung des Protoplasmas und in der Lagerung des Kernes sofort in die Augen. Während in den dunklen Hautpartien die Xantholeucophoren ihre

oben beschriebene halbkugelige Gestalt behalten und die Kerne auf der Oberfläche ausgebreitet haben, sind sie in den sehr hell gefärbten Stellen oder an der Grenze zwischen den grünen und den gelben Hautstellen, wo nur noch eine Spur der grünen Färbung wahrzunehmen ist, in ellipsoide Gebilde umgewandelt und haben ihren Kern tief im Protoplasma als einen kompakten Körper eingelagert (Fig. 4 e u. f). Zwischen beiden Extremen sind alle möglichen Übergänge zu finden (Fig. 4 a bis f), die wiederum verschiedenen Abstufungen der grünen Hautfarbe entsprechen. Diese Übergänge zeigen auf das Deutlichste, dass die Xantholeucophoren ihre Gestalt verändern können und dass dabei der Kern von ihrer Oberfläche in die Tiefe des Protoplasmas wandern kann. Diese Wanderung scheint so zu geschehen, dass das Protoplasma den auf der Oberfläche sich befindenden Kern umfließt und mittels einer Strömung nach unten verschiebt. Auf den zur Oberfläche der Haut senkrecht geführten Schnitten sieht man, dass der Kern sich dabei zuerst als eine Hohlkugel zusammenfaltet (Fig. 3 u. 4 c), sich dann der Länge nach stark ausdehnt und durch einen lichteren, protoplasmatischen Strang, der zwischen den Zellschichten gut zu sehen ist, nach dem unteren Zellrande überwandert. Dort angelangt (Fig. 4 f), nimmt er eine halbmondförmige Gestalt an und breitet sich im unteren Zellteile flach aus.

Die Schichtung des Protoplasmas der Xantholeucophoren wechselt sehr stark während der Wanderung des Kernes. Die parallelen Lamellen werden stark umgebogen und so untereinander vermengt, dass sie in einer Zelle, in der der Kern sich schon ganz unten befindet, einige Anhäufungen bilden, an denen nur noch Spuren der konzentrischen Schichtung sichtbar sind. Der Körper der Zelle erscheint deswegen viel dichter als er im ausgebreiteten Zustande war; nur oberhalb des Kernes ist eine mehr lockere Stelle sichtbar (Fig. 4 f).

Es ist seit langem schon bekannt, dass die Xantholeucophoren Bewegungen ausüben können und dass sich dabei die Lagerung des in denselben befindlichen gelben Lipochroms und der Guaninkörnchen wesentlich verändert. Die sogen. „Lipochromballung“, die bei der Entstehung der lichtgrauen Färbung bei *Hyla arborea* die wesentliche Rolle spielt, kommt nur infolge aktiver Bewegungen der Xantholeucophoren zustande. Bei dem Flugfrosche steht die ganz analoge Erscheinung der Pigmentverschiebung und der damit verbundene Wechsel der Hautfarbe mit der Verlagerung des Kernes in den Xantholeucophoren im Zusammenhange. Die glitzernden Guaninkörnchen sind in den ausgebreiteten gelben Zellen so gelagert, dass sie vornehmlich in der nächsten Umgebung des Kernes sich befinden, wogegen die tieferen Schichten von den Lipochromtröpfchen eingenommen sind. Bei Anwendung des Polari-

sationsapparates ist diese Lagerung besonders schön zu sehen; schematisch haben wir dieselbe auf der Fig. 5 a wiedergegeben. Die bläulich glitzernden Körnchen geben den Zellen einen bläulichen Schimmer, der noch dadurch verstärkt wird, dass sich der linsenförmige, stark lichtbrechende Kern über denselben befindet. Der gelbe Farbstoff ist vorwiegend unter den Interferenzkörnchen ausgebreitet; bei dieser Lagerung muss also die blaue Färbung überwiegen und eine intensive dunkle bläulichgrüne Hautfarbe daraus resultieren.

Sobald jedoch die Kerne der Xantholeucophoren in die Tiefe der Zellen eingewandert sind (Fig. 5 b), werden die Guaninkörnchen infolge der Verschiebung des Protoplasmas von den, gelbes Pigment führenden Schichten überdeckt. Das bläuliche Glitzern der Interferenzkörnchen wird viel schwächer, der Kern verliert seine Linsengestalt und wird unter die Guaninkörnchen gelagert; es muss also die gelbe Farbe der Zellen überhand nehmen. Auf diese Weise entsteht die lichte gelbgrüne Hautfarbe.

Während des Umfließens der Xantholeucophoren durch die Melanophoren wird der Kern in den ersteren auch in die Tiefe verschoben (Fig. 2); deswegen haben die tiefdunkel gefärbten Frösche immer eine gelblichbraune Hautfarbe. —

Die Haut des javanischen Flugfrosches kann ihre Farbe auch infolge von lokal wirkenden Reizen wechseln. Eine sehr schwache Ammoniaklösung verursacht ein deutliches Dunkelwerden der damit befeuchteten Stelle; starker Ammoniak und Eisessig bewirken ein rasches und starkes Aufhellen der Haut. Auch mittels mechanischer Eingriffe, wie durch ein sehr leichtes Kratzen mittels einer fein zugespitzten Nadel konnten wir ein leichtes, aber gut sichtbares Verdunkeln der Haut hervorrufen. —

3. Die „Ruhestellung" des javanischen Flugfrosches. Die Verteilung der grünen Färbung auf der Haut des *Polyp. reinwardtii* entspricht auf das Exakteste derjenigen Stellung des Körpers, die ein auf den Blättern oder an der Wand des Käfigs ruhig sitzendes Tier annimmt. Alle grün gefärbten Körperteile sind dabei nach oben gerichtet, die gelben, weißen und schwarzen unter dem Bauch oder zwischen den Falten der Extremitäten versteckt. Die Vorder- und Hinterbeine eines ruhenden Tieres sind stark an den Körper gepresst, die Finger und Zehen unter den Rumpf geschoben. Die an den Beinen und bei der Kloake entwickelten Hautfalten sind ganz flach auf der Unterlage ausgebreitet. Ein, solche Ruhestellung annehmender Frosch hat anfangs die Lungen stark aufgebläht und atmet sehr rasch; infolgedessen erscheint er dick und plump (Fig. 6 u. 7). Nach einiger Zeit jedoch, gewöhnlich nach einigen Stunden, werden die Atembewegungen sehr merklich verlangsamt und Hand in Hand damit fallen die Seiten des Körpers

zusammen; schließlich werden die Bewegungen des Kinnes kaum merklich und das Volumen der Lungen so verkleinert, dass das Tier, wie plötzlich abgemagert, eine viel schlankere Gestalt annimmt (Fig. 8 u. 9). Die Extremitäten werden gleichzeitig immer mehr an die Körperseiten geschoben; der früher hochgewölbte Rücken wird nach unten gebogen, die Umrisse des Kopfes, der Schulterblätter und sogar der einzelnen Wirbel werden scharf sichtbar. Die vorerst weit geöffneten Augen werden langsam zugemacht, die Pupille zieht sich zusammen und wird zu einer engen horizontalen Spalte. Das Tier sitzt regungslos in einem dem Schlafe ähnlichen Zustande. (Schluss folgt.)

G. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

4°, 6 Bände im Preise von je etwa 22 Mk. geb. J. F. Lehmann, München.

Der 2. Band der hier schon wiederholt angezeigten Flora liegt jetzt abgeschlossen vor. Er hält in bezug auf Fülle und Gediegenheit des Textes, Menge, Naturtreue und Schönheit der Tafeln und Textabbildungen alles, was die ersten Lieferungen und der 1. Band versprochen haben.

Nur in einer Hinsicht hätten die Abnehmer des Werkes Anlass zum Bedauern, wenn ihnen nicht die unbezweifelbaren Vorzüge des nun vorliegenden Werkes einen Ausgleich gewähren würden: die Fülle des Wissens und der Fleiß des Verfassers haben ihn verleitet, das Werk auf viel breiterer Grundlage auszuarbeiten als ursprünglich geplant war. So kommt es, dass die Lieferungen nicht regelmäßig erscheinen konnten, dass der 1. wie nun der 2. Band nur durch Lieferungen vom dreifachen Textumfang und erhöhtem Preise beendet werden konnten und mit diesen zwei Bänden nun erst die Darstellung der Monocotylen abgeschlossen ist. Auch der Text jeder einzelnen Lieferung hat etwa den doppelten Umfang angenommen, mit schwarzen, technisch vortrefflichen Textbildern in größerer Zahl, als anfangs beabsichtigt war.

Durch all das sieht sich der Verleger genötigt, von dem Subskriptionsvertrag zurückzutreten und nicht nur den Umfang des ganzen Werkes von 3 auf 6 Bände, sondern auch den Preis der noch ausstehenden 50 Lieferungen um die Hälfte, auf je 1,50 Mk. zu erhöhen. Er bietet den Subskribenten, die darauf nicht eingehen wollen, an, die ersten beiden Bände zum Subskriptionspreis zurückzunehmen. ein Anerbieten, von dem wohl kaum Gebrauch gemacht werden wird. Denn wenn man auch nicht mehr von einem billigen und handlichen Werk wird sprechen können, so bleibt es doch ein außerordentlich preiswertes, und ein nicht nur durch die Zahl und die Ausführung der Abbildungen, sondern auch durch die Gediegenheit und Vielseitigkeit des Textes einzigartiges Werk. W. R.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig, Rabensteinplatz 2. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdr. von Junge & Sohn in Erlangen.

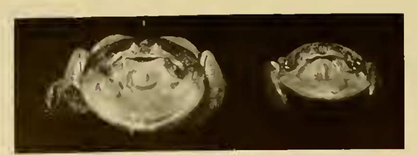


Fig. 1.

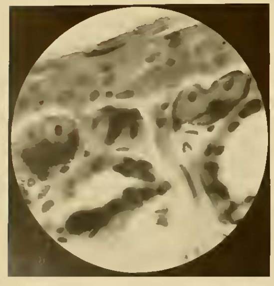


Fig. 2.

Fig. 3.





Fig. 4.



M. Siedlecki, Krakau.



Fig. 6.



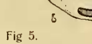


Fig 5.



Fig. 8.

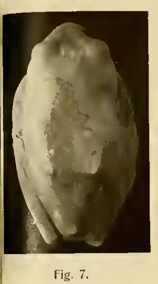


Fig. 7.



Fig. 11.



Fig. 9.



Fig. 10.

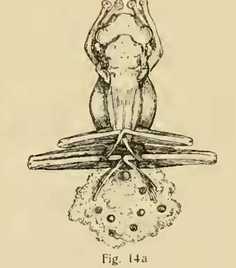


Fig. 14a



Fig. 14b.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig



Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einsenden zu wollen.

Bd. XXIX. 1. Dezember 1909. № 23 u. 24.

Zur Kenntnis des javanischen Flugfrosches.

Von M. Siedlecki (Krakau).

Mit 1 Tafel.

(Schluss.)

Von oben gesehen (Fig. 6—9) sieht das Tier wie ein grüner, mit Falten und Windungen auf der Oberfläche versehener Klumpen aus; im Falle wenn der Frosch sich auf ein grünes Blatt gesetzt hat, muss man gut zuschauen, um ihn von der Unterlage zu erkennen. Ein auf der Baumrinde sitzendes Tier sieht gar nicht unähnlich den Blättern einiger epiphytischer Pflanzen, wie z. B. des *Conchophyllum*, dessen dicke Blätter sich flach auf den Baumstämmen ausbreiten. —

In diesen, dem Schlafen ähnlichen Zustand verfällt das Tier nur während des Tages. Der Flugfrosch ist ein ausgesprochenes Nachttier; während des Tages sitzt er bewegungslos in der hockenden Stellung zwischen den Blättern oder in dunklen Schlupfwinkeln der Baumrinde; am Abend jedoch beginnt er seine Wanderungen zwischen den Blättern und Zweigen oder sogar auf dem feuchten Boden, wobei er verschiedene Insekten, besonders aber große Grillen und andere Nachtorthopteren erbeutet. Auch in der Gefangenschaft gehalten nimmt er die Ruhestellung nur während des Tages ein; während der Nacht wandert er auf den Wänden des Käfigs munter

umher, nimmt aber dabei keine Nahrung an. Wir haben oft in den Glaskäfig, in dem die Flugfrösche saßen, mehrere Insekten des Abends eingelassen; am nächsten Morgen haben wir immer diese Tiere unberührt gefunden. Infolge des Mangels an genügender Nahrung und wahrscheinlich auch infolge der überhaupt unentsprechenden Bedingungen, in denen die Tiere im Käfige leben müssen (Mangel an genügender Feuchtigkeit, an Bewegung u. s. w.) werden die Flugfrösche nach einigen Tagen der Gefangenschaft sehr schwach. Sie verbleiben in der Ruhestellung sehr lange Zeit, auch des Abends und in der Nacht, werden schließlich ganz unbeweglich und können sogar sterben, ohne die hockende Stellung zu verändern.

Wenn man ein Tier, das beim Tage die Ruhestellung angenommen hat, von der Unterlage plötzlich abreisst und auf den Rücken umdreht, so sind die Abwehrbewegungen und die Fluchtversuche anfangs nur sehr schwach. Das Tier bewegt träge und wie schläfrig die Extremitäten und nur langsam dreht es sich in die normale Lage um. Erst nach einigen starken und rasch nacheinander ausgeführten Atembewegungen, nachdem die Lungen wiederum aufgebläht werden, kehrt die gewöhnliche Beweglichkeit zurück. Der Frosch macht einen Eindruck, als wenn er von tiefem Schlafe geweckt wäre. —

Ein die Ruhestellung annehmender Flugfrosch setzt sich immer so auf die Unterlage nieder, dass seine Augen vom Lichte abgewendet seien. In einem Glaskäfige klebt er sich immer an diejenige senkrechte Wand an, die am nächsten der Lichtquelle gelegen ist. Wir haben unter eine große Glasglocke acht Exemplare, Männchen und Weibchen des Flugfrosches gegeben und die Glocke vor einem Fenster gestellt; nach kurzer Zeit, etwa 1 Stunde, waren alle Tiere dicht nebeneinander an der dem Fenster zugekehrten Seite angeklebt. Jetzt haben wir die Glocke sehr langsam und vorsichtig gedreht und sofort sind alle Tiere wiederum auf die jetzt dem Fenster zugekehrte Seite übergewandert. Auf diese Weise haben die Frösche immer ihre weiße Bauchseite dem Lichte zugekehrt gehabt; die grüne Rückenseite und die Augen waren von der Lichtquelle abgewendet. In einem Glaskäfige, der von zwei Seiten beleuchtet wurde, haben sich die Frösche immer an jener Wand befestigt, die stärker beleuchtet war; wiederum waren die großen Augen und die Haut der Tiere von der stärkeren Lichtquelle abgewendet. Der Flugfrosch ist also, als ein Nachttier, ausgesprochen lichtscheu.

Wir haben schon oben erwähnt, dass ein die Ruhestellung annehmender *Polyp. reinwardtii* sich sehr gut an den Glaswänden

des Käfigs oder auf den Blättern ankleben kann. Bei diesem Vorgange, der für unsere Froschart ungemein charakteristisch ist, spielen nicht nur die mächtigen, an den Fingern und den Zehen entwickelten Haftscheiben, sondern auch viele andere Körperteile eine wichtige Rolle mit, namentlich: die Haut der Bauchoberfläche, die Hautfalten an den Extremitäten, die präanalen Hautlappen und ein Teil des Kinnes. Auf den Figuren 10 u. 11 haben wir Photographien eines Männchens und eines Weibchens dargestellt, die an der Glaswand des Käfigs angeklebt waren und von der Bauchseite aufgenommen worden sind. Die beiden Tiere haben eine solche Stellung angenommen, dass die Konturen des ganzen Körpers eine ununterbrochene Linie an der Unterlage bilden. Die präanale Hautfalte berührt direkt das Tibiotarsalgelenk; der auf demselben gebildete Hautlappen geht auf die fünfte Zehe über und wird mit derselben unter die Ellenbogenhautfalte geschoben. Vom Ellenbogen geht die an die Unterlage fest angeschmiegte Hautfalte auf den letzten Finger über und wird samt allen übrigen Fingern unter dem Kinne versteckt. An beiden Seiten des Körpers ist die Lagerung der Extremitäten und der Hautfalten ganz symmetrisch; die Finger und die Zehen sind unter dem Körper versteckt, die Haftballen, die Haut des Bauches und die der Oberschenkel stark an die Unterlage angeschmiegt. Nur der obere Teil der Brust und die Unterseite des Kinnes sind von der Unterlage abgehoben; deswegen sind die Atembewegungen nicht gehemmt. Ein fest an einer Glasscheibe sitzender Frosch sieht, von unten beobachtet, wie ein riesiger Saugnapf aus, so symmetrisch und so dicht geschlossen sind die seitlichen Umrisse seines Körpers. Es handelt sich hierbei jedoch um keine Saugwirkung, sondern nur um Bildung einer großen und klebrigen Adhäsionsfläche. Die Tiere können nämlich nicht nur an den glatten und undurchlässigen Flächen, wie z. B. Glas oder glatte Blätter solche Stellung annehmen; auch an rauher Baumrinde oder sogar an porösen Wänden sitzen die Tiere ganz fest. An den Glasscheiben können die Frösche sich sehr stark ankleben; sobald jedoch dieselbe Scheibe mit Wasser benetzt wird, sind alle Versuche der Tiere, sich an derselben zu befestigen, vergeblich. Diejenigen Tiere aber, denen wir die Haut sehr dünn mit Vaselin bestrichen haben oder die auf eine mit Vaselin ganz dünn eingeriebene Glasscheibe gebracht wurden, konnten sich ganz unbehindert ankleben. Offenbar handelt es sich hier also um Adhäsion, die, wie Schuberg[5]) richtig betont, nur dann möglich ist, wenn eine sehr dünne Flüssigkeitsschicht auf der Adhäsionsfläche sich befindet. Das auf der Glasscheibe in ziemlich dicker Schicht ausgebreitete Wasser verhindert das Aufkleben der Frösche; das von

5) Schuberg. Arb. des zool. Inst. Würzburg, 11. Bd., 1891.

selbst klebrige Vaselin, in dünner Schicht ausgebreitet, hat diesen schädigenden Einfluss nicht ausgeübt.

Die Haut der ganzen Unterseite des Flugfrosches ist sehr klebrig; diese Beschaffenheit, die bei dem Sichankleben von Wichtigkeit sein kann, verdankt sie dem reichlich abgesonderten Sekrete der Hautdrüsen, die auf der ganzen Bauchoberfläche in großer Anzahl sich befinden.

Eine Vorbedingung für die Bildung der großen Adhäsionsfläche auf der unteren Seite des Körpers des Flugfrosches ist die Einrichtung, welche es dem Tiere ermöglicht, die Bauchhaut stark zu spannen. Schuberg (l. c.) hat schon richtig betont, dass bei *Hyla arborea* die Befestigung der Haut auf dem Bauche eine andere ist als bei dem gewöhnlichen Grasfrosche. Auf der ganzen Oberfläche des Musculus obliquus externus und M. pectoralis sieht man bei *H. arborea*, dass ein Zusammenhang zwischen der Haut und der Muskulatur der Bauchwand vorhanden ist und zwar durch zahlreiche Bindegewebssäulchen, die von der Fascie aufsteigen und sich an die Bauchwand ansetzen. Die Bündel bestehen aus starken Bindegewebsfibrillen.

Bei dem javanischen Flugfrosche ist der Zusammenhang zwischen der Bauchmuskulatur und der Haut ein sehr starker. Nur in der mittleren Gegend des Bauches ist es überhaupt möglich, die Haut frei von der Bauchwand abzuheben. In der Brustbeingegend und nahe der Symphyse scheint die Haut direkt an die Bauchwand angewachsen zu sein. Bei vorsichtiger Präparation sieht man aber, dass auch hier sehr zahlreiche Bündel von Bindegewebsfibrillen, die senkrecht durch den Saccus lymphaticus abdominalis steigen, die Haut an der Fascie der Muskulatur festhalten. In den Bündeln sind auch zahlreiche starke elastische Fasern nachweisbar. Durch die Wirkung der Brust- und Bauchmuskeln wird der mittlere Teil der Bauchhaut gespannt, die körnigen Hautpapillen werden dadurch flach ausgebreitet und eine glatte Adhäsionsfläche gebildet. —

Wir haben schon oben betont, dass die Flugfrösche, welche die Ruhestellung eingenommen haben, in derselben sehr lange Zeit verbleiben können; wir haben auch Fälle gesehen, in denen die an senkrechten Wänden angeklebten Tiere in der Ruhestellung gestorben sind, ohne sich dabei von der Unterlage loszulösen. Dieses Vermögen, sich an glatten Oberflächen so stark anzukleben, müssen wir als eine Anpassung an das Leben auf den Bäumen betrachten. Die glatten Blätter der tropischen Pflanzen, auf denen, wie wir weiter unten sehen werden, sich die meisten Lebensvorgänge des Flugfrosches abspielen, bieten aber auch die geeignetsten Flächen, auf denen sich das Tier mittels Adhäsion gut befestigen kann. Wie bekannt ist die Oberfläche der Blätter der meisten tropischen Bäume sehr glatt; manchmal ist sie

unbenetzbar und sehr oft sind an derselben Vorrichtungen vorhanden, welche ein rasches Abträufeln des Regenwassers erleichtern. Eine dicke Wasserschicht, die ein Ankleben verhindern könnte, bildet sich also auf den tropischen Blättern gewöhnlich nicht. —

Ein in der Ruhestellung an den Blättern befestigter Flugfrosch sieht wie ein grüner, ziemlich dicker Klumpen aus. Diese Eigentümlichkeit ist wohl als eine Schutzvorrichtung zu betrachten. Sehr interessant ist es aber, dass die schützende grüne Farbe gerade dann am deutlichsten ausgesprochen ist, wenn das Tier während des Tages ganz ruhig sitzt und in einem dem Schlafe ähnlichen Zustande sich befindet; ein solches Tier wäre ohne Schutzfärbung eine sehr leicht zu erreichende Beute.

Beim Klettern auf den Zweigen und bei dem Sichanheften an den Blättern spielen beim *Polyp. reinwardtii* die Haftballen an den Fingern und Zehen eine überaus wichtige Rolle mit. Wir gedenken in einer später zu publizierenden Abhandlung über den anatomischen und histologischen Bau, den Mechanismus der Funktion und über die Entwickelung dieser interessanten Organe eingehender zu berichten; deswegen haben wir von der flüchtigen Schilderung unserer diesbezüglichen Beobachtungen jetzt abgesehen. —

4. Die Bewegungen des javanischen Flugfrosches. Der Flugfrosch klettert ausgezeichnet auf den Bäumen, schwimmt sehr rasch und gewandt und kann sehr hoch und weit springen. Die letzte Bewegungsart ist bei unserem Tiere die interessanteste, weil es beim Herabfallen nach dem Sprunge die überaus mächtig entwickelten Schwimmhäute und die Hautfalten an den Extremitäten ausbreitet und sich derselben nach der Art eines Fallschirmes bedient. Diese Eigentümlichkeit hat unserem Tiere und seinen Verwandten den Namen der „Flugfrösche“ verliehen; mit Staunen hat schon Wallace[6]) in seiner schönen Beschreibung des malayischen Archipels davon berichtet.

Im Bau des ganzen Körpers des Flugfrosches spiegelt sich das ausgezeichnet entwickelte Springvermögen ab. Die langen Hinterbeine sind sehr stark, dabei aber sehr schlank gebaut; ihre Länge übertrifft die Länge des Rumpfes, mit dem Kopfe gerechnet. Bei dem Ausstrecken der Hinterbeine wird also der ganze Körper mehr als um seine eigene Länge rasch nach vorn verschoben; die Einwirkung der Ausstreckung der Hinterbeine dauert also als Triebkraft für den in Bewegung gesetzten Körper auf einer ziemlich weiten Strecke. Die Anfangsgeschwindigkeit, die dem Tiere dabei verliehen wird, ist eine sehr große, weil das Ausstrecken der langen und in der Hockstellung dicht aneinandergeschobenen Ober- und

---

6) A. R. Wallace. The Malay Archipelago. London 1869.

Unterschenkel sehr plötzlich geschieht. Der Bau der ganzen Muskulatur der Hinterbeine entspricht auf das vollkommenste dem Vermögen, solche rasche Bewegungen auszuführen. Die Muskeln des Oberschenkels, besonders die Streckmuskeln, sind sehr lang und mächtig; am Unterschenkel sieht man an dem Musculus plantaris longus, M. peroneus, M. tibialis anticus und Extensor cruris brevis einige, vom Bau derselben Körperteile bei unserem Grasfrosche abweichende Einzelheiten. Die Sehnen der drei letztgenannten Muskeln übergreifen so wie bei dem Grasfrosche das Kniegelenk. Während aber bei der europäischen Form diese Sehnen als feine, fadenförmige Streifen entwickelt sind, sieht man dieselben als breite und starke Bänder bei dem javanischen Flugfrosche. Es ist darin ein Beweis, dass diese Muskeln sehr viel zur Streckung des Oberschenkels gegen den Unterschenkel beitragen. — Der Musculus plantaris longus (früher als M. gastrocnemius bezeichnet) hat bei unserem Grasfrosche seine größte Dicke kurz nach seinem Ursprunge und verschmälert sich allmählich nach hinten. Beim *Polyp. reinwardtii* erscheint derselbe Muskel von der Wadenseite gesehen als ein breites Band von gleichmäßiger Dicke in der ganzen Länge und nur vorn und hinten ziemlich stumpf zugespitzt. Ebenso von der Seite gesehen zeigt derselbe Musculus plantaris longus keine stark aufgebauchte Stelle, wie sie gewöhnlich bei den Wadenmuskeln zu sehen ist; er stellt hingegen ein in der ganzen Länge fast gleich dickes Gebilde vor, deswegen erscheinen auch die Waden des Flugfrosches sehr schlank. Die Sehnenhaut auf der Oberfläche des Muskels ist nicht sehr stark, dient aber dennoch als Insertionspunkt für die schief verlaufenden Muskelfasern. Die letzteren sind noch dicht am Tibiotarsalgelenke sichtbar; die Achillessehne ist deswegen sehr kurz, jedoch ziemlich breit; sie geht in eine stark entwickelte Plantaraponeurose über, von der wiederum einzelne Sehnenstränge an der Beugeseite der Finger verlaufen. Diese Eigentümlichkeiten des großen Wadenmuskels und der mit ihm verbundenen Sehnen ist für den Mechanismus des Sprunges sehr wichtig. Durch die Kürze der elastischen Achillessehne ist eine sehr rasche und fast unmittelbare Einwirkung des Muskels auf die Plantaraponeurose und damit auch eine sehr rasche Streckung des Fußes gesichert. Die Länge des Wadenmuskels erlaubt eine starke Verkürzung desselben bei der Kontraktion; schließlich die stark entwickelte Plantaraponeurose mit den Sehnensträngen auf den Fingern verhindert das Umbeugen derselben während des Sprunges und während des „Schwebens“ mittels der ausgebreiteten Flughäute. —

Die sogen. „Flughäute“, die zwischen den Fingern und Zehen ausgespannt sind, haben im Prinzip dieselbe Struktur wie die

Schwimmhäute bei unseren Grasfröschen, nur ist die Anzahl der Hautdrüsen bei der javanischen Art viel beträchtlicher als bei der unseren. Die Drüsen geben ein reichliches Sekret ab, das die weit ausgebreiteten Häute vor dem Austrocknen schützt. Das Kapillarnetz der Blutgefäße ist, entsprechend den zahlreichen Drüsen, mächtig entwickelt. Die Lymphkanäle bilden, nahe am freien Rande der Flughaut, ein sehr dichtes und engmaschiges Netz; zwischen den Fingerwurzeln werden die Lymphgefäße viel breiter, durch Verschmelzung einiger Zweige miteinander, und verlaufen fast parallel zu den Fingern. Wenn beim Zusammenschieben der Finger die Flughaut in kleine, fast zu den Fingern parallele Falten zusammengelegt wird, so kommen die größeren Lymphgefäße in die Wände dieser Falten zu liegen und werden dabei fast gar nicht zusammengedrückt, so dass trotz der Faltung der Haut der Lymphstrom keine Störung und keine Verlangsamung erleidet. —

Wenn man einen auf flachem Boden sitzenden Flugfrosch aufscheucht, so macht er einen überraschend weiten Sprung; sowohl kleine Männchen als auch große und schwere Weibchen sind imstande, auf eine Entfernung von $1^1/_2$—2 m zu springen, d. i. dass sie in einem Sprunge eine Strecke, die etwa 20mal die eigene Körperlänge beträgt, rasch durchfliegen können. Der Bogen, den sie dabei in der Luft beschreiben, ist ziemlich flach; in seiner größten Höhe ist er nur gegen 20 cm über die Bodenfläche erhoben, deswegen berührt der Frosch nach dem Sprunge den Boden unter einem spitzen Winkel. Die Geschwindigkeit der Bewegung im Sprunge ist sehr groß; wir konnten keine exakten Messungen durchführen, wir schätzen aber die Zeit, in der eine Strecke von 2 m durchgeflogen wird, auf einen kleinen Bruchteil, etwa $^1/_4$ oder $^1/_3$ einer Sekunde.

Während des Sprunges, gleich nach dem Abstoßen von dem Boden, bringt der Frosch den ganzen Körper in eine sehr charakteristische „Schwebestellung“ (Fig. 12) ein. Die Vorderbeine sind mit dem Ellenbogengelenk stark an den Körper gepresst, die Vorderarme sind seitlich gestellt; deswegen werden die Hautfalten an den Vorderbeinen in der Form einer flachen Membran ausgebreitet. Die Hinterbeine werden so an den Körper geschoben, dass nur der tarsale Teil seitlich von demselben absteht. Der ganze Körper wird sehr stark aufgebläht infolge der Ausdehnung der mächtig entwickelten Lungensäcke. Die Finger und Zehen werden möglichst weit auseinandergespreizt, deswegen werden die Schwimmhäute in ihrer ganzen Fläche ausgebreitet. In dieser Schwebestellung kann der Körper des Flugfrosches eine sehr große Oberfläche bedecken. Darauf haben schon einige Autoren hingewiesen. Wallace (l. c.) schreibt, dass bei dem Borneo-Flugfrosche dessen Körper etwa 4 Zoll lang war, die Oberfläche der ausgebreiteten

Hinterbeinhäute gegen 4 Quadratzoll und die Schwimmhäute aller Extremitäten zusammen gegen 12 Quadratzoll bedeckten. Bei dem *Rhacophorus* (*Polypedates*) *nigropalmatus* fand Isenschmid (l. c.), dass die Oberfläche der Phalangen samt den Häuten der beiden hinteren Extremitäten ungefähr 45 cm^2 beträgt, die der vorderen bloß 21 cm^2, also total 66 cm^2. während die Körperoberfläche bloß 56 cm^2 groß ist; diese Zahlen sind an toten Exemplaren gefunden worden. Um die wahre Oberfläche, welche der Flugfrosch während des Sprunges entwickelt zu finden, haben wir das Tier mit einem Farbstoffe benetzt und dann zum Sprunge gereizt. Das Tier fällt nach dem Sprunge mit völlig ausgebreiteten Schwimmhäuten auf den Boden und berührt denselben mit seiner ganzen Unterseite, sogar mit dem Kinne; es entsteht also auf dem Boden eine farbige Silhouette, deren Umrisse die Grenzen der beim Sprunge entwickelten unteren Oberfläche darstellen. Diese Silhouette haben wir auf Koordinatenpapier kopiert; auf diese Weise haben wir die untere Oberfläche des ganzen Körpers eines mittelgroßen Weibchens auf 6800 mm^2 bestimmt, wobei auf die ausgebreitete Schwimmhaut eines Hinterfußes ungefähr 675 mm^2, auf die eines Vorderfußes ungefähr 375 mm^2 fallen.

Die Entwickelung einer so großen Oberfläche während des Sprunges kann mächtig zur Verminderung der Fallgeschwindigkeit beitragen, wenn man bedenkt, dass das Gewicht eines erwachsenen Männchens von *Polyp. reinwardtii* nur zwischen 6—8,5 g, das eines erwachsenen Weibchens zwischen 16—19 g schwankt.

Ein Flugfrosch, der von einem flachen Boden auf einen hohen Gegenstand springt und dort sich befestigt, nimmt während eines solchen Sprunges (der sogar 40—50 cm hoch sein kann), die charakteristische Schwebestellung nicht an; im Gegenteil, sein Körper wird nicht aufgebläht, die Vorderbeine werden möglichst weit nach vorne, die Hinterbeine nach hinten gestreckt.

Am besten sieht man die Schwebestellung bei einem Sprunge von einer erhöhten Stelle auf den Boden. Wir haben den Frosch von Sträuchern, die mehr als 3 m hoch waren, direkt auf einen harten Boden springen gesehen. Beim Sprunge hat er anfangs eine horizontale Richtung genommen und beschrieb in der Luft eine Kurve, die unter einem spitzen Winkel den Boden berührte. Durch das Aufblähen der Lungensäcke, das einerseits die Oberfläche des Körpers vergrößert und zugleich das spezifische Gewicht des Tieres vermindert, sowie auch durch das Ausbreiten der Extremitäten wird die Schwebestellung in ihrer Vollkommenheit erreicht (Fig. 12). Die riesigen Schwimmhäute werden schief zur Richtung der Schwerkraft gestellt und deshalb wird auch die Fallrichtung in eine schiefe umgewandelt; bei der Berührung des Bodens unter einem spitzen Winkel wird der Körper des Tieres nur wenig erschüttert.

Davon, dass ein Tier die Fallrichtung wirklich umwandeln kann, haben wir uns oft überzeugt. Wenn wir einen Flugfrosch von einer großen Höhe (gegen 5 m) abfallen ließen, haben wir immer gesehen, dass dabei die ausgebreiteten Hinterfüße stark einige Male die Luft geschlagen haben, wonach sofort die charakteristische Schwebestellung angenommen wurde und der Frosch immer leicht und unter einem spitzen Winkel auf den Boden fiel. Die Art der Veränderung der Fallrichtung ist nicht so vollkommen, wie man sie bei *Draco volans* oder bei *Galeopithecus* sehen kann, sie trägt aber viel dazu bei, um die Erschütterung des Körpers beim Herabfallen zu mildern. Dieser letzte Zweck wird auch dadurch erreicht, dass die ausgebreiteten Schwimmhäute während des Falles durch leichte Beugung der Finger und Zehen nach oben gewölbt werden. Die Beine berühren also den Boden nicht mit der ganzen Sohlenfläche, sondern nur mit dem Rande derselben, wovon wir uns aus den, vom Flugfrosche auf Papier gelassenen Fußabdrücken überzeugt haben. Dadurch wird unter den Flughäuten ein wenig Luft eingeschlossen, die gleichsam einem elastischen Polster die Erschütterung des Körpers mildert.

Die Bedeutung der ganzen Fallvorrichtung, den der Körper des *Polyp. reinwardtii* darstellt, ist für dieses Tier eine sehr große. Auf den Bäumen, auf denen dieses Tier sein Leben führt, finden sich auch die meisten seiner Feinde. In erster Linie wären hier die Baumschlangen zu nennen, von denen einige, wie z. B. *Dryophis prasinus* (nach Angaben von Ridley) sich hauptsächlich von den Fröschen und Eidechsen ernähren. Auch manche storchähnliche Vögel, wie z. B. die Marabus, haben wir oft ihre Beute auf den Bäumen suchen gesehen. Die plötzlichen und weiten Sprünge, zu denen der Flugfrosch dank seiner Fallvorrichtung befähigt ist, erlauben ihm rasch vor solchen Feinden zu flüchten. — Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass der Flugfrosch sich seiner Sprünge auch während der Jagd nach der Beute bedient. Im Magen dieses Tieres haben wir sehr oft die Überreste verschiedener großer und sehr scheuer Grillen gefunden, die tagsüber in der Erde unter oder zwischen den Baumwurzeln versteckt bleiben und nur nachts ihr Versteck verlassen. Diese Orthopteren sind niemals auf den Zweigen jener Sträucher oder Bäume zu sehen, auf denen die Flugfrösche zu finden sind; der Flugfrosch muss dieselben also mittels eines raschen Sprunges auf dem Boden erbeuten.

Die riesigen „Flughäute“ dienen dem Tiere im Wasser als große und mächtige Ruder; wir haben gesehen, wie ein ins Wasser geworfener Flugfrosch mittels eines Schlages mit den ausgebreiteten Hinterfüßen aus dem Wasser ziemlich hoch herausgesprungen ist. Trotz des Baumlebens haben die Tiere das Vermögen, sich im Wasser rasch zu bewegen, gänzlich behalten. —

5. Die Begattung und die Brutpflege des javanischen Flugfrosches. Es ist für uns sehr schwer, die Dauer der Brunstzeit bei dem *Polyp. reinwardtii* ganz exakt zu bestimmen, weil sich unsere Beobachtungen nur auf die Monate von Januar bis Juni erstrecken. Bei den meisten Amphibien fällt gewöhnlich die Zeit der regen Geschlechtstätigkeit mit dem Wechsel der klimatischen Verhältnisse zusammen; der Frühling oder der Monsumwechsel bringt auch die Brunstzeit mit. In Westjava lässt sich aber der Unterschied zwischen der feuchten und der trockenen Monsumzeit wenig spüren; der Grad der Feuchtigkeit und die Temperatur der Luft verändern sich sehr wenig und nur während der Sommermonate, es sind also klimatische Bedingungen für eine dauernde Geschlechtstätigkeit während mehrerer Monate gegeben. Wir haben geschlechtsreife Individuen von Januar bis Juni gefunden und zur selben Zeit die auf verschiedenen Entwickelungsstufen sich befindende Eier gesammelt. Im Juni haben wir Weibchen gesehen, bei denen die Geschlechtszellen beinahe reif waren; wir könnten vermuten, dass die Eiablage im Juli oder spätestens im August stattfinden sollte. Das wenig wechselnde Klima hat also dazu geführt, dass die Geschlechtstätigkeit nur von den inneren Ursachen abhängt und deswegen bei verschiedenen Individuen derselben Gattung in verschiedenen Monaten sich entwickelt. Es wiederholt sich in dieser Erscheinung dasselbe, was Schimper[7]) so trefflich bei der Besprechung der Periodizität des Pflanzenlebens in den Tropen betont hat, dass nämlich in dem gleichmäßigen Klima die inneren Ursachen für die Abwechslung von den Perioden der Ruhe und Aktivität allein maßgebend sind. — Am leichtesten waren jeoch die reifen Tiere und ihre Eier im März zu finden; März kann also als die Zeit der stärksten Geschlechtstätigkeit des Flugfrosches bezeichnet werden. —

Während der feuchten tropischen Nächte kann man in dem ununterbrochenen Konzerte der Cikaden und Grillen recht seltsame Laute verschiedener Frösche wahrnehmen. Die Lockrufe des javanischen Flugfrosches beginnen manchmal schon etwa 1 Stunde vor dem Sonnenuntergange. Die Männchen, die eine recht starke Stimme besitzen, klettern auf die höchsten Zweige der Sträuche (wir haben sie gewöhnlich auf *Acalypha*, *Sanchesia* und *Hibiscus sp. div.* beobachtet), setzen sich an den großen Blättern ruhig nieder und stoßen nach je ein paar Minuten rasch nacheinander zwei laut klingende Töne aus, von denen der erste am höchsten und der zweite etwa um eine Terz niedriger ist. Der Klang dieser Töne ist ein äußerst charakteristischer; ihm verdankt der Flugfrosch seinen malayischen Namen „Ding-dong". Von Zeit zu Zeit bleibt

7) Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.

der Frosch eine lange Weile ruhig, dann bläht sich sein Kehlsack auf und es wird ein scharfes, metallisch klingendes Quaken hörbar.

In den Gebüschen, in denen *Polyp. reinwardtii* verweilt, kann man des Abends anfangs nur vereinzelte Stimmen der Männchen wahrnehmen. Nach dem Sonnenuntergange aber, bei eintretender Dunkelheit, hört man dieselben immer öfter; gewöhnlich kommen mehrere aus einem und demselben Strauche. Dann hört man erst die schwache, an das Quaken unseres Grasfrosches erinnernde Stimme des Weibchens. Je näher die beiden Geschlechter aneinander kommen, desto lebhafter werden die Lockrufe; nach dem Vereinigen beider Tiere hören dieselben plötzlich auf; die Tiere stoßen während des ganzen Kopulationsaktes keinen Laut aus. Bei hellen und recht feuchten Nächten hört man die Flugfrösche noch gegen Mitternacht; während der trockenen oder ganz dunklen Nächte werden dieselben schon gegen 10 Uhr abends ganz stumm.

Den Kopulationsakt und die Eierablage haben wir dreimal an den im Laboratorium gehaltenen Tieren in allen Einzelheiten beobachtet; einige Stadien dieses Vorganges haben wir auch im Freien, im botanischen Garten zu Buitenzorg gesehen. —

Die Vereinigung der beiden Geschlechter findet des Abends, gegen 9 Uhr statt. Das Männchen umklammert das Weibchen mit den Vorderbeinen unter den Achseln (Fig. 13) und bleibt in dieser Position die ganze Nacht hindurch. Erst des Morgens, gegen 6 Uhr, beginnt die Eierablage und die Befruchtung; am frühen Morgen kann man auch an den Sträuchern frisch abgelegte Eierballen finden.

Das Weibchen wandert mit dem auf seinem Rücken reitenden Männchen auf den Zweigen der Sträucher und sucht ein zur eigentlichen Kopulation passendes Blatt auf; dann befestigt es sich stark mit den Vorderfüßen, an denen die Haftballen mächtig entwickelt sind, entweder auf der Oberfläche eines großen, aber nicht zu steifen Blattes oder zwischen einigen kleineren Blättern. Erst dann beginnt die Eierablage und die gleichzeitige Befruchtung derselben. Dieser Vorgang verläuft auf ähnliche Weise wie es bei *Polyp. schlegelii* von Ikeda[8]) beschrieben worden ist. Beide kopulierenden Tiere (Fig. 14a u. b) biegen die langen Hinterbeine stark nach oben um, so, dass das Tibiotarsalgelenk auf den Rücken hoch über der Analöffnung zu liegen kommt. Das Weibchen kann manchmal die Fersen bis über den Rücken des Männchens umbiegen. Nachdem die Tiere diese Stellung angenommen haben, wird ein Ei in

8) Ikeda Sakujiro. Notes on the Breeding Habits . . . of *Rhacophorus Schlegelii* Günth. Annotationes zoologicae japonenses, Vol. I, 1897. — Derselbe: Contributions to the Embryology of Amphibia. Journ. of the Coll. of Sc. Imper. Univ. Tōkyō, Vol. XVII, 1901.

einer schleimigen Masse abgelegt; in demselben Momente ergießt das Männchen die Samenflüssigkeit und sofort beginnen beide Tiere gleichzeitig und gleichmäßig mit den Hinterbeinen zu bewegen, so, dass die Fersen den Rücken streichen und die Füße in den Eierschleim eingetaucht werden (Fig. 14a, b). Die Bewegungen werden rasch ausgeführt und es wird dadurch die schleimige Substanz um die Eier zum Schaum geschlagen. Jetzt bleiben die Tiere eine Weile ruhig mit den Beinen auf dem Rücken sitzen; dann wird ein neues Ei abgelegt und die Bewegungen wiederholen sich vom neuen. Auf diese Weise werden etwa 60—90 Eier in $^1/_2$—1 Stunde abgelegt und ein Schaumklumpen von 5—7 cm Durchmesser gebildet. Alle Eier werden gleichzeitig befruchtet; manchmal werden auch einige leere Eihüllen oder unreife Eier mit abgelegt.

Die in kopulierende Pärchen gebundenen Tiere sind sehr scheu; wenn man dieselben berührt oder sogar nur zu stark beleuchtet, so lassen sie sich sofort los. Wir haben einen solchen Fall gesehen; das auf diese Weise getrennte Männchen wollte sich schon nicht mehr zum zweiten Male mit dem Weibchen verbinden, obwohl es in demselben Gefäße wie früher den ganzen Tag und die nächste Nacht verblieb. Das Weibchen aber, das schon die Eier abzulegen begonnen hat, unterbricht bei Störung der Kopulation und nach Entfernung des Männchens die Eierablage nur auf eine kurze Zeit. Nach ungefähr $^1/_2$ Stunde nimmt es dieselbe Stellung wie während der Kopulation an, biegt die Beine auf den Rücken um und bewegt mit denselben während der Eierablage ganz ebenso, als wenn es noch mit dem Männchen verbunden wäre. Wir haben auch einmal ein Weibchen gesehen, welches mit den reifen Eiern vollgepfropft war, als es in einem Glasgefäße ohne Männchen die Eier abgelegt hat; dabei hat es ebenfalls alle die charakteristischen Bewegungen ausgeführt wie gewöhnlich bei der Kopulation. Die beiden letzten Beobachtungen scheinen uns wichtig zu sein. Man hat oft angenommen, dass die Bewegungen, welche die weiblichen Frösche während der Kopulation ausüben, als Reflexbewegungen zu deuten sind; den Impuls zu diesen Reflexen soll die Reizung des Rückens des Weibchens durch das darauf sitzende Männchen bilden. Wenn auch die Kopulationsbewegungen des Weibchens als reflektorisch bezeichnet werden können, so ist jedenfalls nach obigen Beobachtungen der Impuls zu denselben nicht in dem Streichen des Rückens zu suchen; plausibler erscheint uns, anzunehmen, dass die Veränderungen, die im Geschlechtsapparate während der Eierablage stattfinden (wie z. B. die Erweiterung der Kloake u. s. w.) die Ursache der reflektorisch auftretenden, scheinbar sehr zweckmäßigen Bewegungen der Hinterbeine darstellen können. —

Gleich nachdem alle Eier schon abgelegt sind und nachdem

das Männchen sich schon losgetrennt hat, betastet das Weibchen mittelst flach ausgebreiteter Hinterbeine den großen Schaumklumpen, in dem die Eier liegen, von allen Seiten; es wird dadurch ein ziemlich regelmäßiger ovoïder Ballen gebildet. Mittelst der langen Extremitäten werden jetzt die Blätter, die am nächsten des Eiballens liegen, umgebogen und an die schleimige Substanz gepresst, so dass sie an dieselbe sich fest ankleben. Gewöhnlich werden die Eier zwischen zwei Blättern befestigt (Fig. 15), sehr oft aber wird der Eierklumpen auf einem Blatte abgelegt; in letzterem Falle werden die Ränder des Blattes derartig umgebogen, dass der ganze Laich fast allseitig darin eingeschlossen wird und nur von vorne und von unten, wo die Ränder des Blattes nicht geschlossen sind, frei mit der Luft in Berührung kommt. Alle Laiche hängen senkrecht auf den Zweigen der Sträucher, gewöhnlich in dichten und nicht leicht zugänglichen Stellen.

Ausnahmsweise kann die Kopulation der Flugfrösche auch auf dem Boden stattfinden. Im März 1908 hat man im botanischen Garten zu Buitenzorg in einem Teile der Sträucher, in denen die Flugfrösche zu finden waren, die Zweige kurz abgeschnitten. Einige Tage später hat mein Diener zwei frisch abgelegte Eierballen auf dem Boden an derselben Stelle gefunden; einen anderen Eierballen habe ich auf den Blättern einer kleinen Komposite dicht über dem Boden gesammelt. Etwa einen Monat später, als die Sträucher neue große Blätter gebildet haben, waren wiederum Flugfroschlaiche auf denselben zu finden. In der Not passt sich also das Tier sofort an neue Bedingungen an. —

Ein Weibchen legt 60—90 Eier auf einmal ab und scheidet dabei eine große Menge der schleimigen Substanz aus; eine so große Leistung schwächt den Organismus des Tieres beträchtlich ab. Ein Weibchen, das im Laboratorium die Eier abgelegt hat, starb sofort nach Beendigung des ganzen Vorganges; zwei andere haben nur 3 Tage nach der Eierablage gelebt; ob dasselbe auch mit den frei lebenden Tieren geschieht, war uns nicht möglich zu konstatieren.

Die Lagerung der in der Schaummasse eingetauchten Eier ist sehr charakteristisch; aus der Oberfläche der zwischen den Blättern hängenden Masse sieht man keine Eier hervorragen. Im Inneren des Laiches sind die Eier am dichtesten nebeneinander gelagert, berühren sich jedoch gegenseitig nicht. Um ein jedes Ei (Fig. 16 a) befindet sich eine dickere Schicht des einförmigen und nicht schaumigen, bräunlich gefärbten Schleimes (Fig. 16 b), auf welchem erst der Schaum gelagert ist; diese einförmige Schicht, die samt dem Schaume als terziäre Eihülle zu bezeichnen ist, befestigt sich ziemlich lose an den eigentlichen festeren Eihüllen, so dass es leicht ist, dieselbe von den letzteren zu entfernen. —

Der ganze Schleim, der den Laich verbindet, ist zuerst während der Eierablage farblos und dickflüssig; nach einigen Stunden wird er fester und nimmt eine weißlichgraue Färbung mit einem Stich ins Rotbraune an. Zuerst klebrig und fadenziehend wird er nachher mehr gelatinös. In destilliertem Wasser quillt er langsam, aber sehr stark und löst sich teilweise auf. Diese Lösung gibt beim Kochen ein flockenartiges Gerinnsel. In schwacher NaOH-Lösung löst er sich langsam, beim Kochen schnell auf; ebenso in konzentrierter Salpetersäure, welcher er eine deutliche, gelbe Färbung verleiht. Alkohol und Salze schwerer Metalle, wie Platinchlorid und Sublimat, bringen ihn sofort zur Gerinnung. — Von den farbigen Reaktionen auf Eiweiß fallen die Xanthoprotein- und die Millon'sche Probe positiv, die Biuretraktion jedoch undeutlich oder negativ aus. Fehling'sche Probe lässt keine Spur von Zucker erkennen; Fett war darin auch nicht nachzuweisen. Diese Reaktionen zeigen, dass die schleimige Substanz gar keine oder nur sehr wenig echte Eiweißkörper besitzt; wahrscheinlich besteht sie größtenteils, ebenso wie es Wolfenden[9]) bei unserem Grasfrosche nachgewiesen hat, aus Mucin, worauf auch die färberische Reaktion (Färbung mit Thionin) deutet. Für die sich darin entwickelnden Tiere kann der Schleim keine Nährsubstanz von hohem Nährwerte vorstellen; die Tatsache, dass der Laich der Flugfrösche äußerst selten von Parasiten befallen wird, steht wahrscheinlich auch damit im Zusammenhange. Schimmelpilze, die in den Tropen alles so leicht und schnell vernichten, haben wir niemals auf dem frei liegenden Eierschleim gefunden; Fliegenmaden haben nur einmal einen in unserem Arbeitszimmer frei hängenden Eierballen vernichtet, dabei wurden aber die Eier, nicht die Schleimsubstanz verzehrt. —

Die Eier des *Polyp. reinwardtii* sind mit drei Eihüllen umgeben. Die erste, sehr dünne und dem Ei dicht anliegende, ist die Dottermembran; auf derselben befindet sich eine sehr dünne Schicht schleimiger Substanz, welche sich dadurch auszeichnet, dass sie im Wasser sehr stark aufquellen kann. Diese „innere Schleimhülle" ist von einer dicken, doppelt konturierten Membran umgeben, welche aus einer im Wasser quellbaren, jedoch viel zäheren und eine Schichtung aufweisenden Substanz gebaut ist (Fig. 17). Diese äußere Membran ist mit dem umgebenden Schleime verbunden. Auf den frisch aus dem Schleime ausgenommenen Eiern sind die drei Hüllen dicht aneinandergelegt, so, dass sie eine einheitliche Membran vortäuschen; im Wasser quellen sie aber stark auf und erst dann sind sie leicht voneinander zu unterscheiden.

9) Wolfenden, R. On certain constituents of the eggs of the common frog. Journ. of Physiol., Vol. V, 1885.

Trotz der relativ starken Hüllen ist das Ei nicht gänzlich von dem umgebenden Medium abgeschnitten, weil alle drei Membranen sehr leicht durchlässig sind; die leicht und schön gelingende Vitalfärbung der sich entwickelnden Eier mittels Neutralrot ist ein bester Beweis dazu. Der ganze Schleim, der den Laich bildet, samt den schleimigen Hüllen um die Eier, muss als Produkt der die Geschlechtszellen ableitenden Wege, als tertiäre Eihülle (im Sinne von Korschelt) aufgefasst werden; die dünne Haut um die Eizelle, die wir als „Dottermembran" bezeichnet haben, entspricht zugleich der Membrana vitellina und der Zona radiata. —

Ein reifes, aber unbefruchtetes Ei (Fig. 17) des *Polyp. reinwardtii* ist kugelrund; sein Durchmesser beträgt zwischen 2,85 bis 3,25 mm; in einer Laichmasse sind alle Eier gleich groß. Der javanische Flugfrosch bildet durch diese beträchtliche Größe der Eier eine Ausnahme unter den Salientien, bei denen bekanntlich die Eier klein sind. Ein frisch abgelegtes reifes Ei ist undurchsichtig, gelblichweiß, fast einförmig gefärbt und lässt nur an einem Pole eine kleine runde und ein wenig lichtere Stelle erkennen. Dieser lichte Hof bezeichnet den animalen Pol, an dem im Protoplasma weniger Reservestoffe angehäuft sind. Im ganzen Ei ist keine Spur von Pigment zu finden. In dieser Hinsicht sind die Eier des Flugfrosches gleich denen von *Salamandra maculosa*. R. Hertwig[10]) vermutet, dass der Pigmentmangel beim letztgenannten Tiere wohl darauf beruhe, dass die Eier während der Entwickelung dem Lichte nicht ausgesetzt sind; die Eier des Flugfrosches sind, vom Momente der Ablage an, einer zwar durch die Schleimhüllen gedämpften, aber doch ziemlich intensiven Beleuchtung ausgesetzt, trotzdem bleiben sie aber ungefärbt. Diese Eigentümlichkeit kann als eine Schutzvorrichtung bezeichnet werden; die pigmentierten Eier müssten leichter und mehr Wärmestrahlen absorbieren; der Pigmentmangel schützt sie also vor einer zu starken Erwärmung. — Der animale Pol ist immer so wie bei den Eiern unserer Grasfrösche nach oben gerichtet; ein in eine andere Stellung gebrachtes Ei dreht sich sofort in den Eihüllen mit der lichten Stelle nach oben um. In der Mitte des lichten Hofes befindet sich eine sehr kleine, längliche Einsenkung, welche diejenige Stelle bezeichnet, in der die Richtungskörperchen ausgestoßen werden.

(Nebenbei wollen wir noch bemerken, dass die Eier von *Polyp. reinwardtii* auf allen Entwickelungsstadien leicht von denen der zweiten Art *Polyp. leucomystax* zu unterscheiden sind. Die letzten sind kreideweiß und um die Hälfte kleiner, d. i. von 1,5 mm Durchmesser; der Eierschleim ist mehr rötlich gefärbt.)

---

10) R. Hertwig. Handbuch der vergl. u. exper. Entwickelungslehre, herausgegeben von O. Hertwig. I. Bd., 1. Teil, 1. Hälfte. Jena 1906. p. 311.

Das Protoplasma der frisch abgelegten Eier ist ziemlich dünnflüssig; in späteren Stadien der Furchung wird es fester und widerstandsfähiger. Die aus dem Schleime herauspräparierten Eier können in gewöhnlichem Wasser nur eine kurze Zeit, eine bis höchstens drei Stunden, sich normal entwickeln, denn infolge der Quellung der Eihüllen wird ihr natürliches Medium verändert; gerade dafür sind die Eier sehr empfindlich, so dass eigentlich nur im Eierschleime ihre Entwickelung ganz normal vor sich gehen kann. —

Die Spermatozoiden des javanischen Flugfrosches sind groß; leicht geschlängelte Exemplare erreichen eine Länge von 75 μ. Ihre Gestalt (Fig. 18 a) erinnert an diejenige von *Pelobates fuscus* oder von *Hyla arborea*. Der Kopf ist langgestreckt und sehr scharf zugespitzt; das Mittelstück ist kurz, der Schwanz mächtig entwickelt, jedoch ohne undulierende Membran. Bei den ein wenig aufgequollenen Exemplaren (Fig. 18 b) ist es leicht zu sehen, dass der Schwanz aus einigen stark lichtbrechenden Fibrillen gebaut ist. Die Bewegungen dieser Samenzellen sind nicht sehr rasch; in dem dickflüssigen Schleime, der die Eier umgibt, bewegen sich dieselben ziemlich kräftig; mittels starker Schwanzschläge bohren sie sich den Weg nach vorwärts durch und halten sich darin einige Stunden in ganz normalem Zustande. Sobald man aber ein wenig Wasser zur Samenflüssigkeit zugibt, verändern die Spermien sofort ihre Gestalt und ihre Bewegungen hören blitzschnell auf. Der Schwanz wird nach vorne umgebogen und schnell um den Kopf umgewickelt; dabei quillt der ganze Körper stark auf, so, dass sich bald die Konturen einzelner Teile verwischen und das ganze Spermatozoid wird zu einem unregelmäßigen Klumpen umgestaltet. Sowohl destilliertes als auch Quellen- und Regenwasser rufen dieselben Veränderungen in den Spermien hervor; nur im Blute oder Blutserum des Flugfrosches und im Schleime aus dem Laiche halten sich die Spermatozoiden dieser Tiere längere Zeit normal. —

Die Entwickelung der Eier des Flugfrosches haben wir ganz kurz schon in unserer vorläufigen Mitteilung geschildert; wir gedenken über dieselbe in einer später zu publizierenden Arbeit eingehender zu berichten, hier wollen wir nur einige biologisch interessante Einzelheiten hervorheben. Wir haben die Furchung des Eies von *Polyp. reinwardtii* als eine totale und inäquale, aber auf dem vegetativen Pole so verlangsamte, dass sie eine partielle Furchung vortäuschen könnte, bezeichnet. Diese Art der Furchung erinnert sehr an die ähnlichen Vorgänge bei den Ganoiden und Dipnoern; sie führt in weiterer Entwickelung zur Bildung eines Embryos auf der Oberfläche des großen, mit Reservestoffen reichlich versehenen Dotterteiles. Schließlich entsteht eine Kaul-

quappe, die mit einem großen Dottersack versehen und mehr einem Fischembryo als einer Froschlarve ähnlich ist. Diese Kaulquappe wird in etwa 90 Stunden nach der Eibefruchtung gebildet; sie ist erst nach 120 Stunden, d. i. am fünften Tage der Entwickelung zum Leben im Wasser befähigt. Im Freien ist die weitere Entwickelung der Frösche bedeutend verlangsamt; so, dass erst nach 90 Tagen die Anlagen der Hinterbeine und nach 110 Tagen die Bildung der Zehen zustande kommt. —

Wir haben schon oben betont, dass ein frisch abgelegtes Ei (Fig. 17) um die Dottermembran eine leicht quellbare innere Schleimhülle besitzt, die von einer zäheren Membran umgeben ist. Während der Entwickelung, im Stadium, welches der Gastrula entspricht, sieht man, dass das Volumen des sich entwickelnden Eies sich ein wenig vergrößert und gleichzeitig ist eine deutliche Abnahme der Dicke sowie auch ein Verdunkeln der inneren Schleimschicht bemerkbar; es sieht so aus, als wenn das Wasser aus der inneren Schleimschicht in die sich entwickelnde Gastrula gezogen wäre. In weiteren Stadien hingegen sieht man dieselbe Schleimschicht sich bedeutend vergrößern; der Schleim in dieser Schicht wird dabei flüssiger und lichter gefärbt als vorher, wogegen die die Eier umgebende schaumige Schleimsubstanz gleichzeitig viel zäher und fester wird. Man bekommt den Eindruck, als wenn das Wasser von der schaumigen Substanz in die aufquellende innere Schleimhülle gezogen wäre. Durch diese Aufquellung und teilweise Verflüssigung der inneren Schleimhülle bekommt die noch von der Dottermembran umgebene Larve ein leichtflüssiges Medium; sie beginnt darin zuerst langsam zu rotieren, dann aber sich rasch mittels der Schwanzschläge zu bewegen. Die dünne Dottermembran wird dadurch zerrissen und die junge, noch pigmentlose Kaulquappe befindet sich jetzt in einem ziemlich großen Raume, der nur von der äußeren zähen, aber jetzt auch stark aufgequollenen äußeren Eihülle umgeben ist. Diese letzte Hülle wird jetzt langsam von innen gelöst und schließlich wird auch sie von der sich immer lebhafter bewegenden Larve zerrissen. Die Kaulquappe wird auf diese Weise von den Eihüllen befreit und gelangt direkt in den zähen, schaumigen Eierschleim; gleichzeitig wird aber dabei eine Menge wasserreicher Flüssigkeit ergossen, wodurch der Eierschleim selbst teilweise gelöst oder wenigstens dünnflüssiger gemacht wird. Wir haben schon oben gesagt, dass in dem zentralen Teile des Laiches die Eier am dichtesten gelagert sind. Nach der Befreiung der Kaulquappen wird gerade in denselben zentralen Teil am meisten Flüssigkeit ergossen; dadurch wird dieser Teil ganz locker und es entsteht in dieser Stelle ein großer Flüssigkeitstropfen, in dem die Kaulquappen sich frei bewegen. Die näher der Oberfläche des Laiches sich ent-

wickelnden Larven bohren sich den Weg im erweichten Schleime durch und schließlich gelangen alle in den zentralen Teil des Eierballens. Die Oberfläche desselben ist zu dieser Zeit (4—5 Tage nach der Ablage) gewöhnlich schon eingetrocknet und genügend fest, um die innere Flüssigkeit zu halten. Durch die Verflüssigung des inneren Teiles weichen die Luftblasen, die früher den Schaum gebildet haben, alle nach der oberen Hälfte des zentralen Raumes aus; auf diese Weise wird im Laiche eine Art von geschlossenem Kessel (Fig. 19) gebildet, in dem sich unten die Flüssigkeit mit den Larven und oben die Luftkammer befindet. — Während der Entwickelung wird also das Wasser zuerst vom Schleimschaume in die Eihüllen gezogen und zugleich mit dem Ausschlüpfen der Larven wiederum in den zentralen Teil des Laiches ergossen. Der Schleim stellt also für die Eier auch einen Wasservorrat dar. —

Wenn man die frisch aus den Eihüllen ausgeschlüpften Larven in Wasser eintaucht, so quellen dieselben stark auf und sterben in 1—4 Stunden ab. Erst nachdem sie 24 Stunden in verflüssigtem Eierschleime verweilt haben, also 5 Tage nach der Eibefruchtung, sind dieselben zum Leben im freien Wasser befähigt. Göldi[11]) berichtet, dass bei *Hyla nebulosa* die aus den Eierballen ins Wasser gelassenen Larven immer absterben; wahrscheinlich war dieses Experiment zu früh gemacht worden, die Larven waren noch zu jung, um in ihrem nachher normalen Medium leben zu können, was auch schon Brandes und Schönichen[12]) betont haben. —

Um uns davon zu überzeugen, auf welche Weise die Larven aus dem Eierschleime ins Freie gelangen, haben wir zehn Laiche in unserem Arbeitszimmer, in derselben Stellung wie sie auf den Sträuchern gefunden waren, jedoch über größeren Wasserbehältern aufgehängt. Von diesen zehn Eierballen haben sich nur in zwei Fällen die Kaulquappen selbst befreit, auf diese Weise, dass der Eierschleim durch die im zentralen Raume befindliche ihn langsam auflösende Flüssigkeit durchlöchert wurde und die Larven mit derselben in das unten gestellte Wasser ausgeflossen sind. Vier Eierballen sind nach einigen Tagen gänzlich ausgetrocknet; in vier anderen waren noch am neunten Tage nach der Ablage im zentralen Kessel große Flüssigkeitstropfen mit großen und normalen Larven vorhanden; die Wand des Laiches war aber noch zu dick, um eine selbständige Befreiung der Larven zu gestatten. Sobald wir jedoch einige in ähnlichem Zustande sich befindende Eierballen reichlich mit Wasser bestreut haben, haben sie schon nach einigen Minuten sich unten geöffnet und die Larven freigelassen. Im

---

11) Göldi, E. Proc. Zool. Soc. London 1895.

12) Brandes und Schönichen. Die Brutpflege der schwanzlosen Batrachier. Abh. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XXII, 1901.

Freien benetzt der fast tägliche Regen die Eierballen genügend stark und wir glauben, dass mit dem nach dem Regen abfließenden Wasser die Larven aus den Eierballen abgespült werden. Interessant ist die Tatsache, dass nach dem Begießen und Öffnen der Laiche keine einzige Larve, die sich im zentralen Raume befand, dort weiter verblieben ist. —

Diese Art der Entwickelung und Befreiung der Larven aus dem Laiche erinnert an die ähnlichen Vorgänge, die bei *Phyllomedusa hypochondrialis* von Budgett[13]), *Phyllomedusa iheringii* von Ihering[14]), *Chiromantis rufescens* von Buchholz[15]) und *Hyla nebulosa* von Göldi[16]) beobachtet worden sind. Bei der dem Flugfrosche nahe verwandten Art *Polypedates leucomystax* scheint nach unseren leider nur fragmentarischen Beobachtungen auch ähnliche Art der Eierablage und ihrer weiteren Entwickelung vorzuliegen.

Die aus den Eierballen befreiten Larven fallen gewöhnlich mit der schleimigen Flüssigkeit auf den Boden; nur zufälligerweise gelangen sie direkt ins Wasser, und in diesem Falle ist ihre weitere Entwickelung schon gesichert. Von den 46 Eierballen, bei denen wir den Fundort sicher feststellen konnten, war nur ein einziger direkt über einem kleinen Wasserbassin auf einem Zweige befestigt; alle anderen waren 5—60 Schritte weit vom Wasser entfernt. Nur ein tropischer Platzregen, während dessen das Wasser in Strömen fällt und reissende Bäche gleich auf dem Boden bildet, könnte vielleicht die Larven in größere, nicht austrocknende Wasserbehälter bringen. Nur ein kleiner Bruchteil der Zahl der Larven könnte aber auf diese Weise gerettet werden; eine große Anzahl müsste doch immer verloren gehen, wenn es nicht Vorrichtungen gäbe, die es den Larven ermöglichen, längere Zeit die ungünstigen Verhältnisse nach dem Verlassen der Schaummasse zu vertragen. Die aus dem Laiche herausgeflossenen Larven können in einer sehr kleinen Wassermenge und in einem sogar sehr verunreinigten Wasser längere Zeit normal leben. Wir haben eine größere Anzahl der Kaulquappen in Uhrgläschen gehalten, wo wir nur so viel Wasser gegeben haben, dass auf eine Larve nur zwei Tropfen desselben kamen. Eine andere Portion frisch ausgeschlüpfter Larven haben wir in einem Glasgefäße gehalten, in dem das Wasser mit Gartenerde so vermengt wurde, dass sich ein ziemlich dicker Brei daraus gebildet hat. In allen diesen Gefäßen lebten die Larven ganz nor-

13) Budget. Quart. Journ. of Micr. Sec. Vol. XLII.

14) Ihering. Ann. and Magaz. of Nat. Hist. Vol. XVII, 1886 (mit Boulenger's Notiz dazu).

15) Peters. Über die von Herrn Prof. Buchholz gesammelten Amph. Mon. Ber. Berl. Akad. d. Wiss. 1875.

16) Göldi, l. c. — Siehe auch die zusammenfassenden Referate von Wiedersheim, Biol. Centralbl. 1900, und Brandes und Schönichen, l. c.

mal und haben sich während 4—5 Tage ebenso rasch entwickelt wie diejenigen, die in großen, mit reinem Wasser und Wasserpflanzen gefüllten Gläsern sich befanden. Nach Ablauf dieser Zeit begannen die in Uhrgläsern gehaltenen Larven aus Nahrungsmangel abzusterben und mussten in ein größeres Gefäß übertragen werden; diejenigen im Erdbrei lebten aber lange Zeit ganz normal weiter. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass die von den Blättern abgespülten Larven sich einige Zeit in kleinen, schmutzigen Wassertümpeln, die nach dem Regen entstehen, am Leben halten können, ehe sie von stärkeren Regenschauern weiter nach den Bächen oder Teichen befördert werden.

Die Widerstandsfähigkeit der Larven in den ersten Tagen des Lebens außerhalb des Laiches wird dadurch erhöht, dass dieselben erst am vierten Tage nach dem Ausschlüpfen Nahrung aufzunehmen beginnen; bis zu dieser Zeit leben sie nur auf Kosten des Eidotters, der in großer Menge in der Bauchhöhle eingeschlossen ist. In derselben Zeit als die Nahrungsaufnahme beginnt auch die Ausscheidung von Kotballen und auch von Harn. In der Schaummasse, die wir auf verschiedenen Stadien der Eierentwickelung untersucht haben, waren niemals Spuren von Harnsäure oder von Salzen derselben zu finden; die Murexidreaktion ist immer entschieden negativ ausgefallen. Wir glauben, dass im Zusammenhang damit auch die Tatsache steht, dass die frisch aus den Eihüllen ausgeschlüpften Larven im Wasser, wie oben betont, aufquellen und sterben. Bei diesen jungen Larven, bei denen die Harnausscheidung noch nicht begonnen ist, bleiben alle osmotisch wirksamen Substanzen im Körper und diese können die Aufquellung nach dem Eintauchen in reines Wasser herbeiführen; dazu kann noch der Umstand beitragen, dass die, anfangs pigmentlose Haut der jungen Kaulquappen äußerst zart gebaut und wahrscheinlich auch deswegen leicht durchlässig ist. —

Die Entwickelung der Larven des javanischen Flugfrosches verläuft in den ersten Stadien sehr rasch. Von der Eibefruchtung bis zur Ausbildung der jungen Kaulquappen verfließen nur 4 Tage, während bei unseren Fröschen etwa 9 Tage dazu nötig sind. Die Ursache dieses raschen Entwickelungsganges hängt von recht verschiedenen Faktoren ab. Nicht unwesentlich wichtig für das rasche Tempo der Entwickelung kann die anfängliche sehr beträchtliche Größe der Eizelle sein, welche nach Chambers[17]) auch bei unseren Fröschen zur schnellen Entwickelung der Larven beitragen kann. Die gute Ernährung der Embryonen mittels des reich vorhandenen Eidotters hat keine große Bedeutung für diesen Vorgang, da der größte Teil des Dotters nicht in den ersten Stadien der Entwicke-

---

17) Chambers. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 72, 1908.

lung, sondern erst von den fertigen Kaulquappen, die wesentlich langsamer sich entwickeln, verbraucht wird. Nach Kammerer[18]) soll auch Licht (bei *Alytes obstetricans*) auf die Entwickelung der Larven beschleunigend wirken; da die Flugfroscheier einer ziemlich starken Beleuchtung ausgesetzt sind, so ist es nicht ausgeschlossen, dass auch dieser Faktor zur Beschleunigung ihres Entwickelungsganges etwas beiträgt. Unserer Ansicht nach spielt dabei aber die Temperatur die wichtigste Rolle. In Buitenzorg, wie schon oben gesagt, schwankt die Temperatur im Schatten durchschnittlich zwischen 22° C. (in der Nacht) und 32° C. (in den Mittagstunden); in der Sonne steigt sie noch beträchtlich höher. Aus den Untersuchungen von O. Hertwig[19]) und Chambers[20]) und besonders aus denen von Białaszewicz[31]) ist es bekannt, dass die Erhöhung der Temperatur bei unseren Fröschen das Tempo der Entwickelung wesentlich beschleunigt. In 3 Tagen hat O. Hertwig, bei Anwendung einer Temperatur von 24° C., Larven mit großen Kiemenbüscheln und langem Ruderschwanz aus den Froscheiern gezüchtet. Die Eier des *Polypedates reinwardtii*, die sich normalerweise in einer ähnlichen Temperatur entwickeln, haben also ständig ein so rasches Entwickelungstempo.

Sobald die Larven den Laich verlassen, wird das Tempo der Entwickelung sofort verlangsamt. Es dauert 60 Tage von der Ausschlüpfung der Larven bis zur ersten Andeutung der Hinterbeine; weitere 25 Tage verlaufen bis zur Ausbildung der Zehen. Diese Zahlen beziehen sich jedoch auf die Larven, die sich im Laboratorium entwickelt haben. Wir haben denselben als Nahrung Blätter von *Salvinia natans* gegeben, die von den Larven sehr begierig gefressen wurden. Eine solche, rein pflanzliche Kost war vielleicht nicht ausreichend und konnte auch als eine der Ursachen der langsameren Entwickelung mitwirken.

Gegen eine eventuell eintretende schädliche Wirkung der hohen Lufttemperatur und der direkten Sonnenstrahlen sind die Eier des Flugfrosches sehr gut geschützt. Der wasserreiche, mit großen Luftblasen versehene Schaum, in dem die Eier eingebettet sind, leitet die Wärme schlecht; ebenso verhalten sich die stark aufquellenden Eihüllen; die Eier sind weißlich und, wie oben betont, müssen die Wärmestrahlen nicht stark absorbieren; schließlich ist der ganze Laich so zwischen den Blättern befestigt, dass er fast allseitig von denselben umhüllt ist. Die Blätter sind immer nur mit der oberen Seite an die Eiermasse angeklebt, ihre Transpiration

18) Kammerer. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 22, 1906.
19) O. Hertwig. Arch. f. mikr. Anat. Bd 51, 1897.
20) Chambers, l. c.
21) Bialaszewicz. Bullet. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1908.